

PAT-NO: JP409188875A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09188875 A

TITLE: LUMINESCENT ELEMENT AND BACKLIGHT OR DISPLAY
USING THE
SAME

PUBN-DATE: July 22, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

HIMESHIMA, YOSHIO

INT-CL (IPC): C09K011/06, H05B033/14

US-CL-CURRENT: 257/E51.047

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a luminescent element which is capable of high-luminance light emission even at a low current and stable by introducing an aromatic compound having a six-membered ring structure and at least three nitrogen atoms into between a positive and negative electrodes.

SOLUTION: In a luminescent element having a structure containing a positive electrode and a negative electrode and a multilayer laminated structure containing a hole transport layer/electron transfer layer, a luminescent layer/electron transport layer or a monolayer structure made of a mixture containing a luminescent material and an electron transport material and/or a hole transport material and emitting light chiefly by a direct current or optionally electric energy such as a pulse current or an alternating current, an aromatic compound having at least one six-membered ring structure and at least three nitrogen atoms in the molecule and represented by the formula (wherein at east one of R<SP>1</SP> to R<SP>4</SP> is an aromatic substituent; and the number of nitrogen atoms of R<SP>1</SP> to R<SP>4</SP> is at least 1) is vapor-deposited by the vacuum deposition method on the electron transfer layer sandwiched between the positive electrode being ITO glass of a transparent electrode of a substrate having a resistance as low as 20Ω;

and the negative electrode made of a metal or an alloy such as a low-work-function metal, a noble metal, a rare earth metal, to obtain an organic EL element.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-188875

(43) 公開日 平成9年(1997)7月22日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
C 0 9 K 11/06		9636-4H	C 0 9 K 11/06	Z
H 0 5 B 33/14			H 0 5 B 33/14	

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-1464

(22) 出願日 平成8年(1996)1月9日

(71) 出願人 000003159

東レ株式会社

東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号

(72) 発明者 姫島 義夫

滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内

(54) 【発明の名称】 発光素子、及びそれを用いたバックライトまたはディスプレイ

(57) 【要約】

【課題】性能が良く、結晶化等により破壊されない発光素子、及びそれを用いたバックライトまたはディスプレイを提供する。

【解決手段】電気エネルギーにより発光する素子において、正極と負極の間に分子中に少なくともひとつの6員環構造と少なくとも3個の窒素原子を持つ芳香族化合物を含有させる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電気エネルギーにより発光する素子において、正極と負極の間に、分子中に少なくともひとつの6員環構造と少なくとも3個の窒素原子を持つ芳香族化合物を含有することを特徴とする発光素子。

【請求項2】 分子中に少なくともひとつの6員環構造と少なくとも3個の窒素原子を持つ芳香族化合物が電子輸送層に含有されていることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

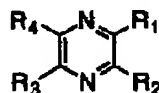
【請求項3】 分子中に少なくともひとつの6員環構造と少なくとも3個の窒素原子を持つ芳香族化合物がピラジン骨格を有することを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項4】 分子中に少なくともひとつの6員環構造と少なくとも3個の窒素原子を持つ芳香族化合物がキノキサリン骨格を有することを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項5】 分子中に少なくともひとつの6員環構造と少なくとも3個の窒素原子を持つ芳香族化合物がトリアジン骨格を有することを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項6】 分子中に少なくともひとつの6員環構造と少なくとも3個の窒素原子を持つ芳香族化合物が下記一般式

【化1】



(ここで、 R^1 、 R^2 、 R^3 および R^4 のうち少なくともひとつは芳香族置換基であり、 R^1 、 R^2 、 R^3 および R^4 中の総窒素原子数は合計で1以上である)で示されることを特徴とする請求項3記載の発光素子。

【請求項7】 R^1 、 R^2 、 R^3 および R^4 中の総窒素原子数は合計で2以上であることを特徴とする請求項6記載の発光素子。

【請求項8】 分子中に少なくともひとつの6員環構造と少なくとも3個の窒素原子を持つ芳香族化合物が下記一般式

【化2】



(ここで、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 および R^6 のうち少なくともひとつは芳香族置換基であり、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 および R^6 中の総窒素原子数は合計で1以上である)で示されることを特徴とする請求項

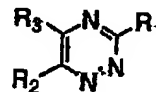
4記載の発光素子。

【請求項9】 R^1 、 R^2 、 R^3 および R^4 中の総窒素原子数は合計で2以上であることを特徴とする請求項8記載の発光素子。

【請求項10】 トリアジン骨格が1, 2, 4-トリアジン骨格であることを特徴とする請求項5記載の発光素子。

【請求項11】 分子中に少なくともひとつの6員環構造と少なくとも3個の窒素原子を持つ芳香族化合物が下記一般式

【化3】



(ここで、 R^1 、 R^2 および R^3 のうち少なくともひとつは芳香族置換基であり、 R^1 、 R^2 および R^3 の総窒素原子数は合計で1以上である)で示されることを特徴とする請求項10記載の発光素子。

【請求項12】 請求項1に記載の発光素子を用いたことを特徴とするディスプレイ。

【請求項13】 マトリクスおよび/またはセグメント方式によって表示するディスプレイであることを特徴とする請求項12に記載のディスプレイ。

【請求項14】 請求項1に記載の発光素子を用いたことを特徴とするバックライト。

【請求項15】 液晶表示装置のバックライトであることを特徴とする請求項14に記載のバックライト。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気エネルギーを光に変換して面状発光できる発光素子に関し、表示素子、フラットパネルディスプレイ、バックライト、照明、インテリア、標識、看板、電子写真機などの分野に好適に使用できる発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】負極から注入された電子と正極から注入された正孔が両極に挟まれた有機蛍光体内で再結合する際に発光するという有機積層薄膜発光素子の研究が近年活発に行われるようになってきた。この素子は、薄型、低駆動電圧下での高輝度発光、蛍光材料を選ぶことによる多色発光が特徴であり注目を集めている。

【0003】この研究は、コダック社のC. W. Tangらが有機積層薄膜素子が高輝度に発光することを示して以来(Appl. Phys. Lett. 51(12) 21, p. 913, 1987)、多くの研究機関が検討を行っている。コダック社の研究グループが提示した有機積層薄膜発光素子の代表的な構成は、ITOガラス基板上に正孔輸送性のジアミン化合物、発光層である8-ヒドロキシキノリンアルミニウム、そして負極としてMg:Agを順次設けたものであり、10V程度の駆動電

圧で1000cd/m²の緑色発光が可能であった。現在の有機積層薄膜発光素子は、上記の素子構成要素の他に電子輸送層を設けているものなど構成を変えているものもあるが、基本的にはコダック社の構成を踏襲している。

【0004】有機積層薄膜発光素子の発光効率向上のために、従来から多くの努力がなされており、近年では高性能の正孔輸送材料や発光材料が見いだされるようになってきた。しかし、電子輸送材料は、現在のところ、知見が少なく、反結合軌道を利用することも相俟って、実際に耐える有用な高性能電子輸送材料は見いだされていない。例えば、九州大学の研究グループは、オキサジアゾール系誘導体である2-(4-ビフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジゾール(tert-BuPBD)をはじめ、薄膜安定性を向上させたオキサジアゾール二量体系誘導体の1,3-ビス(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジゾル(ビフェニレン(OXD-1))、1,3-ビス(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジゾル(フェニレン(OXD-7)) (Jpn. J. Appl. Phys. vol. 31 (1992), p. 1812)を提案している。また、山形大学の研究グループは、電子ブロック性に優れたトリアゾール系電子輸送材料による白色発光素子を提唱している (Science, 3 March 1995, Vol. 267, p. 1332)。さらに、特開平5-331459号公報には、フェナントロリン誘導体が電子輸送材料として有用であることが記載されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の電子輸送材料では、薄膜形成能が低く、容易に結晶化が起るため、発光素子が破壊されてしまう問題があり、実際に耐える素子性能を発現できなかった。

【0006】本発明は、かかる問題を解決し、低電流下でも高輝度発光が可能で、かつ、安定な発光素子を提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者らは上記目的を達成するために、鋭意検討を行なった結果、本発明に到達した。

【0008】すなわち、本発明は、「電気エネルギーにより発光する素子において、正極と負極の間に、分子中に少なくともひとつの6員環構造と少なくとも3個の窒素原子を持つ芳香族化合物を含有することとを特徴とする発光素子」とするものである。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明において電気エネルギーとは、主に直流電流を指すが、パルス電流や交流電流を用いることも可能である。電流値および電圧値は特に制限はないが、素子の消費電力、寿命を考慮するとできるだ

け低いエネルギーで最大の輝度が得られるようにしたほうが望ましい。

【0010】本発明において正極は、光を取り出すために透明な電極であれば特別な限定はなく、例えば、酸化スズ、酸化インジウム、酸化スズインジウム(ITO)などの導電性金属酸化物、あるいは金、銀、クロムなどの金属、さらに、これらの金属とITOとの積層物、ヨウ化銅、硫化銅などの無機導電性物質、ポリチオフェン、ポリピロール、ポリアニリンなどの導電性ポリマ、および、これらとITOとの積層物などが用いられ、好ましくは、ITOガラスやネサガラスが用いられる。

【0011】このような透明電極の抵抗は、特別な限定はなく、素子の発光に十分な電流が供給できればよいが、素子の電力消費の点からは低抵抗であることが望ましい。例えば、透明電極としては、300Ω/□以下のITO基板で十分機能するが、好ましくは、20Ω/□以下、より好ましくは、10Ω/□以下の低抵抗基板が選ばれる。透明電極のITOの厚みは抵抗値に合わせて任意に選ぶことができるが、通常100nm~300nmの範囲で用いられることが多い。

【0012】また、ITOなどの透明電極の基板は、ソーダライムガラス、無アルカリガラスなどのガラス基板、透明樹脂などが用いられる。透明電極基板の厚みは、機械的強度を保つのに十分であれば特に制限されないが、ITOガラスの場合、通常0.7mm以上の厚さの基板を用いる。また、ガラスの材質は、ガラスからの溶出イオンが少ない方がよく、無アルカリガラスが好ましい。また、ソーダライムガラスを使用する場合、SiO₂などのバリアコートをしたソーダライムガラスを使用することが好ましい。

【0013】ITO膜は、例えば、電子ビーム法、スパッタリング法、化学反応法などの方法で膜形成されるが、特に制限を受けるものではない。さらに、ITOをUV-オゾン処理により、素子の駆動電圧を下げることも可能である。

【0014】負極は、蒸着時に金属と反応させた有機物層と接触するものであり、電子をこの有機物層に効率良く注入できる物質であれば特に限定されない。負極に使用される物質としては、例えば、リチウム、ナトリウム、カリウム、マグネシウムなどの低仕事関数金属、白金、金、銀、銅、鉄、錫、アルミニウム、インジウムなどの金属や、希土類、あるいはこれらの金属の合金などを用いることが可能であり、電極の安定性のよい、白金、金、銀、銅、鉄、錫、アルミニウム、インジウムなどの金属、あるいはこれらの金属の合金を用いることが好ましい。

【0015】また、負極の作製方法は、導通を取ることができれば特に制限されないが、抵抗加熱蒸着法、電子線法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、コーティング法などが挙げられ、抵抗加熱蒸着法が好ま

しい。負極の作製は、金属を単体で蒸着することも、二成分以上を同時に蒸着することもでき、さらに、複数の金属を同時に蒸着して合金電極を形成することも可能であるし、あらかじめ調整した合金を蒸着しても良い。

【0016】本発明の発光素子の構成は、正極、および、負極の他に、発光層単独、正孔輸送層／発光層、正孔輸送層／発光層／電子輸送層、発光層／電子輸送層の多層積層構造、あるいは、発光材料と正孔輸送材料および／または電子輸送材料を混合して一層にした形態のいずれであってもよい。好ましくは、本発明の発光素子の構成は、正極、および、負極の他に、正孔輸送層／発光層／電子輸送層、発光層／電子輸送層の多層積層構造、あるいは、発光材料と電子輸送材料および／または正孔輸送材料を混合して一層にした形態のいずれかの形態をとる。

【0017】正孔輸送層は正孔輸送性物質単独で、あるいは正孔輸送性物質と高分子結着剤により形成される。正孔輸送性物質としては、 N 、 N' -ジフェニル- N 、 N' -ジ(3-メチルフェニル)-4, 4'-ジアミンなどのトリフェニルアミン類、 N -イソプロピルカルバゾール、4, 4', 4''-トリス[N -(3-メチルフェニル)- N -フェニルアミノ]トリフェニルアミンなどの3級アミン類、ピラゾリン誘導体、スチルベン系化合物、ヒドラゾン系化合物、オキサジアゾール誘導体やフラトリアニン誘導体に代表される複素環化合物、ポリマー系では前記単量体を側鎖に有するポリカーボネートやスチレン誘導体、ポリビニルカルバゾール、ポリシラン、カルバゾール二量体誘導体、4, 4'-ビス[N -(3-メチルフェニル)- N -フェニルアミノ]ビフェニルなどが好ましいが特に限定されるものではない。

【0018】これらの正孔輸送層の形成は、主に真空蒸着法によって行われるが、前記正孔輸送材料を溶液に溶解させてコーティングする方法や、前記正孔輸送材料を樹脂成分と共に溶媒に溶解または分散させてコーティングする方法も可能である。

【0019】本発明の発光素子においては、発光層に各種発光材料が含有される。このような発光層材料としては、以前から発光体として知られていたアントラセンやピレン、そして前述の8-ヒドロキシキノリンアルミニウムの他にも、例えば、ビススチリルアントラセン誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、クマリン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ジスチリルベンゼン誘導体、ピロロピリジン誘導体、ペリノン誘導体、シクロペンタジエン誘導体、オキサジアゾール誘導体、チアジアゾロピリジン誘導体、ポリマー系では、ポリフェニレンビニレン誘導体、ポリパラフェニレン誘導体、ポリチオフェン誘導体などが挙げられる。これらの物質を単独で使用することも可能であるし、必要に応じて、複数の物質を使用することもできる。

【0020】さらに、発光層に添加するドーパントとして、クマリン540などのクマリン誘導体、ペリノン誘導体、ペリレン誘導体、キナクリドン誘導体、ルブレ、ビニルビフェニル誘導体、ジビニルベンゼン誘導体、フェノキサゾン660、DCM1などを用いることも可能である。

【0021】電子輸送性物質としては、電界を与えられた電極間において負極からの電子を効率良く輸送することが必要で、電子注入効率が高く、注入された電子を効率良く輸送することが望ましい。そのためには電子親和力が大きく、しかも電子移動度が大きく、さらに安定性に優れ、トラップとなる不純物が製造時および使用時に発生しにくい物質であることが要求される。

【0022】本発明の分子中に少なくともひとつの6員環構造と少なくとも3個の窒素原子を持つ芳香族化合物は、電子輸送性物質としての条件を満たす物質を満たす好適な物質である。さらに、本発明の分子中に少なくともひとつの6員環構造と少なくとも3個の窒素原子を持つ芳香族化合物は、蛍光特性を示すことがあり、発光材料や電子輸送層を兼ねた発光材料として用いることも可能である。さらに、分子中に少なくともひとつの6員環構造と少なくとも3個の窒素原子を持つ芳香族化合物を単独で電子輸送材料として用いることも、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、8-ヒドロキシキノリン金属錯体などの公知の電子輸送材料と混合して用いることも好適である。

【0023】本発明の発光素子は、電気エネルギーにより発光する素子の正極と負極の間に、分子中に少なくともひとつの6員環構造と少なくとも3個の窒素原子を持つ芳香族化合物が含有され、好ましくは、分子中に少なくともひとつの6員環構造と少なくとも3個の窒素原子を持つ芳香族化合物が電子輸送層に含有される。

【0024】通常、電子輸送性を有する化合物は n 型半導体に類別される。有機半導体の中で n 型半導体として知られている化合物は多くないが、その代表例として含窒素芳香族化合物が挙げられる。分子中の窒素原子の割合がある程度高いことが、電子輸送性向上には有用であり、電子輸送性材料としては、少なくとも3個の窒素原子を含有することが重要である。

【0025】さらに、電子輸送材料には、電子を輸送するものであるから電子親和力が大きいことが必要である。しかし、TCNQのように電子親和力が高すぎると、エキサイプレックスを形成してキャリアの移動が大きく妨げられたりするので、電子親和力には、その素子構成により最適値が存在する。含窒素化合物は適度の電子親和力を持つ化合物として好適であり、その窒素数が3以上の場合、好ましい結果を与える。含窒素化合物中の窒素数は、発光層や陰極材料や素子構成などによって変化するので限定されないが、一般的に、窒素数が3〜10の場合が特に好ましい。

【0026】また、電子輸送層は、一般に励起子の閉じ込め効果により素子特性向上するので、電子輸送材料の π 共役系に窒素原子が入ることにより、励起エネルギーを適度に高めることが有効である。本発明者らが検討した結果、分子中に少なくともひとつの6員環構造を持つ芳香族ユニットは、素子特性向上に効果的であり、窒素原子の効果と相まって最適な電子輸送材料を得ることが可能となった。

【0027】本発明の分子中に少なくともひとつの6員環構造と少なくとも3個の窒素原子を持つ芳香族化合物は、6員環構造を持ち、6員環は単独でも縮合していても、化学結合によって他の骨格と結合していてもよい。このような6員環構造としては、ピリジン、ピラジン、キノリン、イソキノリン、アクリジン、フェナジン、トリアジン、ヒラジン、ピリミジン、ピリダジン、キノキサリン、シノリン、キナゾリン、フェナントロリンなど芳香族骨格が例示されるが、これらに限定されない。分子中に少なくともひとつの6員環構造と少なくとも3個の窒素原子を持つ芳香族化合物としては、好ましくは、ヒラジン骨格、キノキサリン骨格、トリアジン骨格、キノリン骨格を有し、窒素原子の総数が3以上である化合物が挙げられる。さらに、分子の耐熱性向上や電子の移動度の点から、6員環構造は平面構造を取る縮合環構造が好適であり、より好ましくは縮合環構造中に窒素原子が2以上含まれる。

【0028】また、これらの基本骨格に置換基として、ピリジン骨格やピリミジン骨格が入った化合物も電子輸送材料として有効である。また、薄膜形成性を良くするために、アルキル基、特に炭素数が6以下のアルキル基を置換基として用いることは有効であるが、これらに限定されない。これらの置換基は、基本骨格と、単結合、エーテル結合、アミド結合、エステル結合、アルキル鎖などによって結合される。

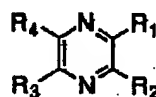
【0029】また、水素結合を形成する置換基、例えば、水酸基、アミノ基、スルホン酸基、カルボン酸基は、一分子に3個以下、好ましくは2個以下ならば、真空蒸着阻害因子とならないことがあり、電子輸送材料としての特性向上の目的で水素結合性置換基を導入してもよい。

【0030】分子中に少なくともひとつの6員環構造と少なくとも3個の窒素原子を持つ芳香族化合物の分子量は、50~2000が好ましく、より好ましくは100~1000である。有機EL素子は、通常真空蒸着法で

作製されるので、真空中で安定に蒸着でき、薄膜の形成能力が高い上記範囲の分子量が好適である。

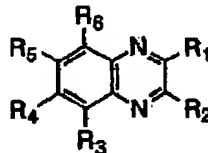
【0031】さらに、より好ましくは、分子中に少なくともひとつの6員環構造と少なくとも3個の窒素原子を持つ芳香族化合物として、下記一般式

【化4】



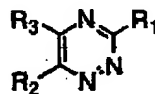
(ここで、 R^1 、 R^2 、 R^3 および R^4 のうち少なくともひとつは芳香族置換基であり、 R^1 、 R^2 、 R^3 および R^4 中の総窒素原子数は合計で1以上、さらにより好ましくは合計で2以上である)で示されるピラジン骨格含有芳香族化合物、または、下記一般式

【化5】



原子を持つ芳香族化合物が(ここで、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 および R^6 のうち少なくともひとつは芳香族置換基であり、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 および R^6 中の総窒素原子数は合計で1以上である、さらにより好ましくは合計で2以上である)で示されるキノキサリン骨格含有芳香族化合物、または、下記一般式

【化6】

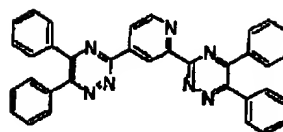
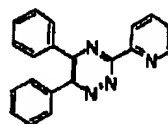
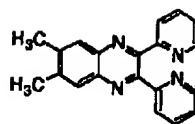
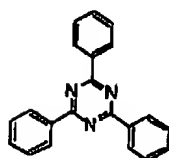
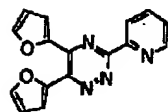
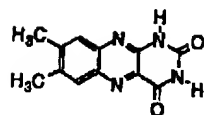
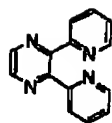


(ここで、 R^1 、 R^2 および R^3 のうち少なくともひとつは芳香族置換基であり、 R^1 、 R^2 および R^3 の総窒素原子数は合計で1以上である)で示されるトリアジン骨格含有芳香族化合物が挙げられる。

【0032】分子中に少なくともひとつの6員環構造と少なくとも3個の窒素原子を持つ芳香族化合物の具体例を下記に示すが、これらに限定されるものではない。

【0033】

【化7】



該電子輸送物質は、単独、積層、混合いずれの形態も取り得ることが可能であり、発光層や負極などとの組み合わせで最適な形態を取ることができる。

【0034】これらの正孔輸送層、発光層、電子輸送層に用いられる材料は単独で各層を形成することができるが、必要に応じて、高分子結着剤としてポリ塩化ビニル、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリ(N-ビニルカルバゾール)、ポリメチルメタクリレート、ポリブチルメタクリレート、ポリエステル、ポリスルホン、ポリフェニレンオキサイド、ポリブタジエン、炭化水素樹脂、ケトン樹脂、フェノキシ樹脂、ポリサルホン、ポリアミド、エチルセルロース、酢酸ビニル、ABS樹脂、ポリウレタン樹脂、フェノール樹脂、キシレン樹脂、石油樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アルキド樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂などに分散させて用いることも可能である。

【0035】正孔輸送層、発光層、電子輸送層の形成方法は、特に限定されるものではないが、抵抗加熱蒸着、電子ビーム蒸着、スパッタリング、分子積層法、コーティング法などの方法が用いられ、特に、特性面で、抵抗加熱蒸着、電子ビーム蒸着が好ましい。これらの層の厚みは、物質の抵抗値に関係するので限定することはできないが、通常、10~1000nmの厚さで用いられ

＊る。

【0036】分子中に少なくともひとつの6員環構造と少なくとも3個の窒素原子を持つ芳香族化合物が含有する発光素子を用いて、マトリクスおよび/またはセグメント方式などによって表示するディスプレイ、及び、液晶表示装置などのバックライトを新たに製造することができる。

【0037】

【実施例】以下、実施例および比較例をあげて本発明を説明するが、本発明はこれらの例によって限定されるものではない。

【0038】実施例1

30 正極としてITO透明導電膜を150nm堆積させたガラス基板(15Ω/□)を所定の大きさに切断し、エッチング後、洗浄を行った。このITO基板を、真空蒸着装置内に設置して、装置内の真空度が 5×10^{-6} Torr以下になるまで排気した。正孔輸送材料であるTPD(N,N'-ジフェニル-N,N'-ジ(3-メチルフェニル)-4,4'-ジアミン)を抵抗加熱方式によって0.3nm/秒の速度で80nm蒸着し、続いて8-ヒドロキシキノリンアルミニウムアルミニウム(Alq₃)を100nmの厚さに蒸着した。

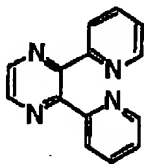
40 【0039】ここで、装置内を常圧に戻して5×5mm

11

角素子ができるようにマスクを装着した後、再び真空度が 5×10^{-6} Torr以下になるまで排気した。

【0040】下記化合物(1)

【化8】



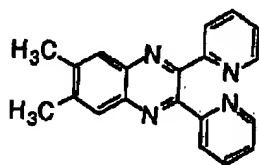
(1)

を蒸着速度0.3 nm/秒で10 nm蒸着してからリチウムを3 nm、最後に銀を150 nm蒸着して 5×5 mm角の素子を作製した。この発光素子は13.3 V, 34.8 mAで 5000 cd/m^2 の発光輝度を示した。

【0041】実施例2

実施例1において、化合物(1)の代わりに化合物(2)

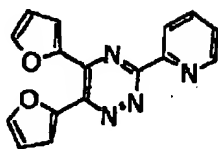
【化9】



(2)

を用いた以外は同様にして素子を作製したところ、この発光素子は13.3 V, 34.3 mAで 5000 cd/m^2 の発光輝度を示した。

【0042】実施例3



(5)

を用いた以外は同様にして素子を作製したところ、この発光素子は14.7 V, 49.3 mAで 5000 cd/m^2 の発光輝度を示した。

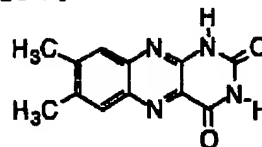
【0045】実施例6

実施例1において、化合物(1)の代わりに化合物(6)

【化13】

* 実施例1において、化合物(1)の代わりに化合物(3)

【化10】



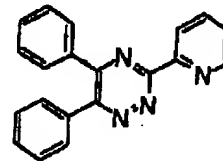
(3)

を用いた以外は同様にして素子を作製したところ、この発光素子は14.4 V, 61 mAで 5000 cd/m^2 の発光輝度を示した。

【0043】実施例4

実施例1において、化合物(1)の代わりに化合物(4)

【化11】



(4)

を用いた以外は同様にして素子を作製したところ、この発光素子は17 V, 42 mAで 5000 cd/m^2 の発光輝度を示した。

【0044】実施例5

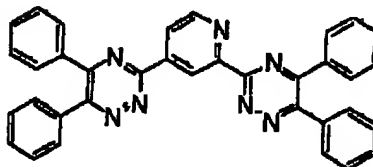
実施例1において、化合物(1)の代わりに化合物(5)

【化12】

30

*

40※



(6)

※

を用いた以外は同様にして素子を作製したところ、この発光素子は、17 V, 38.8 mAで 5000 cd/m^2 の発光輝度を示した。

50

【0046】比較例

実施例1において化合物(1)を使用せず、他の条件は実施例1と同様にして素子を作製したところ、この発光素子は、13.8V, 55.9mAで5000cd/m²の発光輝度を示した。

【0047】

【発明の効果】分子中に少なくともひとつの6員環構造と少なくとも3個の窒素原子を持つ芳香族化合物に含有させることにより、電気エネルギーの利用効率が高く、低電流下でも高輝度発光が可能で、かつ、安定な発光素子を提供することができる。